



HEP - PROIZVODNJA d.o.o.



HIDROELEKTRANA

VINODOL

HE Vinodol visokotlačno je derivacijsko postrojenje koje koristi vode sliva rijeka Lokvarke, Ličanke i Lepenice. Opis hidroelektrane Vinodol teško je odvojiti od opisa cijelog hidroenergetskog sustava Vinodol budući da je cijeli sustav projektiran i prilagođen potrebama HE Vinodol.

Zahvat za HE Vinodol je u akumulacijskom jezeru Bajer koje je formirano izgradnjom betonske gravitacijske brane visine 10,5 m iznad terena. Ovo jezero svojim visinskim položajem predstavlja najniže akumulacijsko jezero u hidroenergetskom sustavu Vinodol. Zbog geoloških uvjeta najveći radni uspor ograničen je na kotu 717,00 m n.m., a korisna zapremina jezera iznosi 1,32 mil. m³, tako da ono nema dovoljnu zapreminu za godišnje izravnavanje protoka Ličanke.

Iz akumulacijskog jezera Lokvarka koje je formirano nasutom branom visine 48 m, najvećeg radnog uspora 772,00 m n.m. i korisne zapremnine 34,8 x 10⁶ m³, što omogućava višegodišnje izravnavanje protoka rijeke Lokvarke, voda se dovodnim tunelom promjera od 2,40 do 2,20 m, dužine 3456,5 m i čeličnim tlačnim cjevovodom, promjera 1,80 m dužine 44 m ispušta voda u jezero Bajer.

Na lijevom boku akumulacije Bajer, oko 80 m uzvodno od brane, smješten je ulazni uređaj kao početak tlačnog dovoda za strojarnicu HE Vinodol. Sastoji se od ulaznog grla i zatvaračnice s oknom.

Prvi dio dovoda je tunel promjera 2,8 m, dužine 199 m, koji prelazi u armirano betonski cjevovod kroz Lič polje promjera 2,8 m i dužine 4920 m. Ovaj cjevovod je poslije 30 godina eksploatacije zamijenjen novim promjera 3,2 m i dužine 4881 m, koji je sagrađen uz postojeći. Stari cjevovod danas u pogonu služi kao rezerva. Na taj se cjevovod priključuje crpna stanica Lič koja ubacuje u glavni dovod dio voda Ličanke i vode iz akumulacije Potkoš zapremnine 331000 m³. Osim toga, u cjevovod Lič se betonskim kanalom dovode vode potoka Benkovac.

Cjevovod Lič prelazi u tlačni tunel Kobiljak - Razromir koji ima promjer 2,65 m do vodne komore, a od vodne do zasunske komore promjer 2,40 m. Dužina tunela je 4162 m.

Od zasunske komore dovod vode ide kosim tlačnim čeličnim cjevovodom promjera 1,8 m, dužine 1189 m, koji je položen u kosom rovu potkovastog oblika dimenzija 3/3/2,9 m i nagiba 32°. U razdjelnoj komori cjevovod prelazi u horizontalu i račva se u 6 odvojaka za tri proizvodne jedinice s Pelton turbinama na horizontalnoj osovini, te jedan za kućnu proizvodnu jedinicu. Od zasunske komore na koti 683,7 m n.m. do razdjelne komore na koti 56,5 m n.m. cjevovod savladava visinsku razliku od 627 m.

Strojarnica je smještena u podzemnoj kaverni koja, zbog slabih mehaničkih karakteristika stijenske mase u kojoj je sagrađena, ima jajoliki poprečni presjek. U strojarnici su smještene tri proizvodne jedinice. Instalirani protok elektrane iznosi 17,4 m³/s, a instalirana snaga ukupno 84 MW s tri agregata instalirane snage 28 MW svaki.

Turbine su tipa Pelton u horizontalnoj izvedbi, dvije za svaki agregat, s po jednim turbinskim kolom u svakoj i jednim mlazom po kolu. Instalirana snaga svake turbine je 13,8 MW pri protoku od 2,9 m³/s kod srednjeg neto pada 645,5 m. Nominalna brzina vrtnje iznosi 500 min⁻¹. Za obje turbine jednog agregata regulator brzine je zajednički. Pri opterećenjima manjim od 13 MW moguć je rad s jednom turbinom po agregatu, pri čemu se postiže bolji stupanj iskorištenja.

Generatori, snage 35 MVA, trofazni su sinkroni strojevi s po 12 polova na horizontalnoj osovini i zatvorene ventilirane izvedbe. Trajna snaga generatora pri nominalnom naponu od 10,5 kV i $\cos \varphi = 0,8$ iznosi 28 MW. Stupanj djelovanja $\eta = 0,972$.

Proizvedena energija predaje se u mrežu od 110 kV preko tri blok transformatora od 35 MVA, 10,5/155,5 kV smještenih u kaverni, i vanjskog rasklopnog postrojenja 110 kV, sa 12 polja za dvostruke sabirnice. Podzemno je smješten jedan regulacijski transformator od 110/35 kV, 20 MVA te rasklopno postrojenje od 35 kV sa 14 polja.

OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE POSTROJENJA

HIDROLOŠKO PODACI

srednji godišnji protok

| | |
|--|-------------------------|
| - Ličanka | 1,136 m ³ /s |
| - Lokvarka | 0,929 m ³ /s |
| - Potok Križ | 0,310 m ³ /s |
| - Potkoš, Benkovac, Potok pod grobljem | 0,505 m ³ /s |
| - Lepenica | 0,391 m ³ /s |

srednji godišnji dotok u akumulacije

| | |
|------------|---------------------------------------|
| - Bajer | 60 x 10 ⁶ m ³ |
| - Lokvarka | 43,5 x 10 ⁶ m ³ |

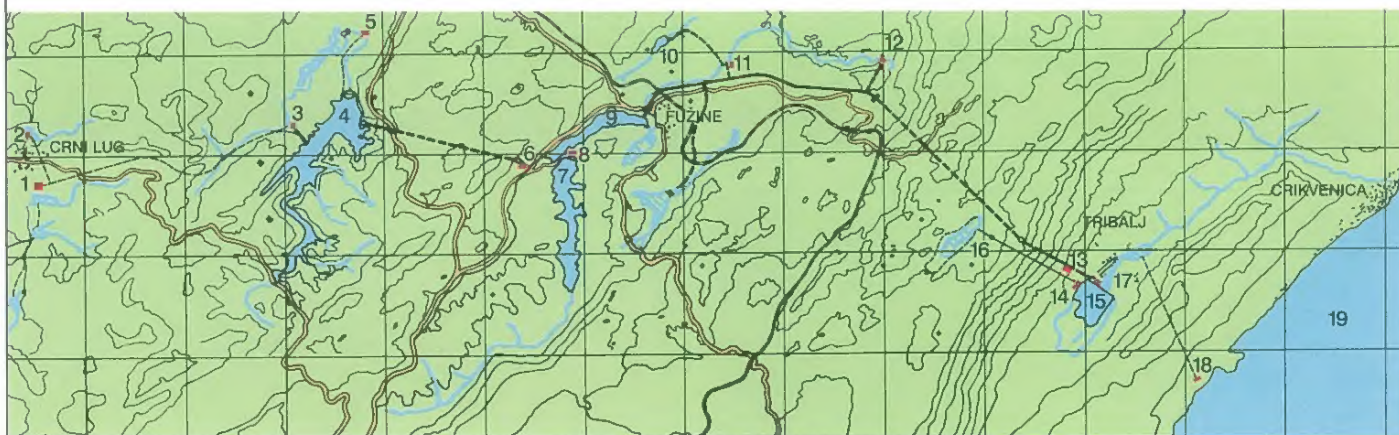
LEGENDA

- 1 CS CRNI LUG - PLANIRANO
- 2 CS TOMAC - PLANIRANO
- 3 CS KRIŽ
- 4 AKUMULACIJSKO JEZERO LOKVARKA
- 5 CS LOKVE - PLANIRANO
- 6 CHE FUŽINE
- 7 AKUMULACIJSKO JEZERO LEPENICA
- 8 CHE LEPENICA
- 9 AKUMULACIJSKO JEZERO BAJER

- 10 RETENCIJA POTKOŠ
- 11 CS LIČ
- 12 CS POTKOBILJAK - PLANIRANO
- 13 HE VINODOL
- 14 PAHE VINODOL II - PLANIRANO
- 15 DONJI BAZEN
- 16 GORNJI BAZEN - PLANIRANO
- 17 CS TRIBALJ
- 18 HE KAČJAK - PLANIRANO
- 19 JADRANSKO MORE



Projektirana akumulacija
Postojeća akumulacija

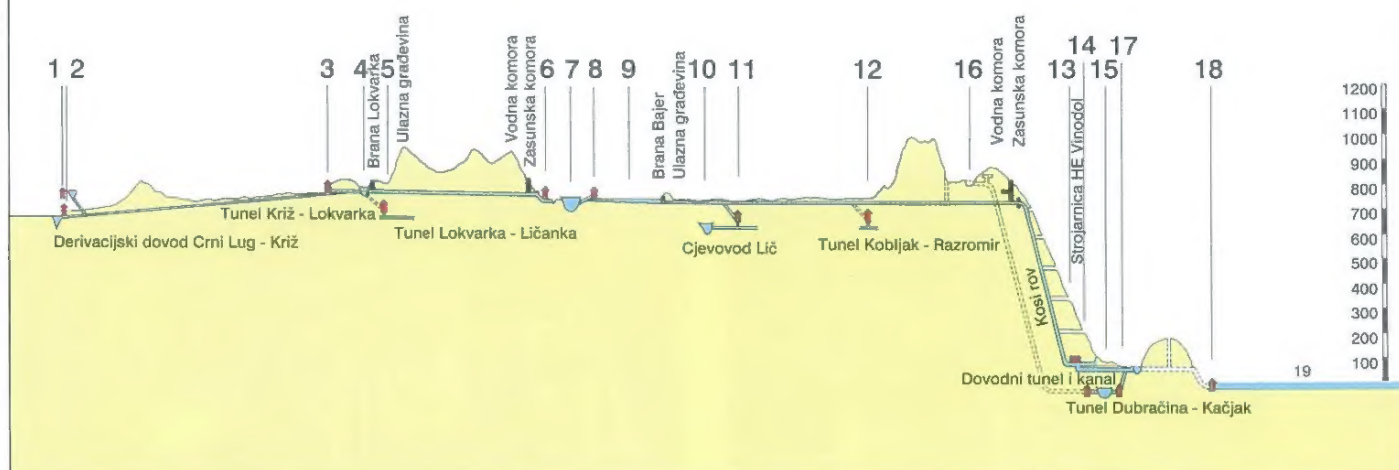


PREGLEDNA SITUACIJA HIDROENERGETSKOG SUSTAVA VINODOL

LEGENDA

- 1 CS CRNI LUG - PLANIRANO
- 2 CS TOMAC - PLANIRANO
- 3 CS KRIŽ
- 4 AKUMULACIJSKO JEZERO LOKVARKA
- 5 CS LOKVE - PLANIRANO
- 6 CHE FUŽINE
- 7 AKUMULACIJSKO JEZERO LEPENICA
- 8 CHE LEPENICA
- 9 AKUMULACIJSKO JEZERO BAJER

- 10 RETENCIJA POTKOŠ
- 11 CS LIČ
- 12 CS POTKOBILJAK - PLANIRANO
- 13 HE VINODOL
- 14 PAHE VINODOL II - PLANIRANO
- 15 DONJI BAZEN
- 16 GORNJI BAZEN - PLANIRANO
- 17 CS TRIBALJ
- 18 HE KAČJAK - PLANIRANO
- 19 JADRANSKO MORE



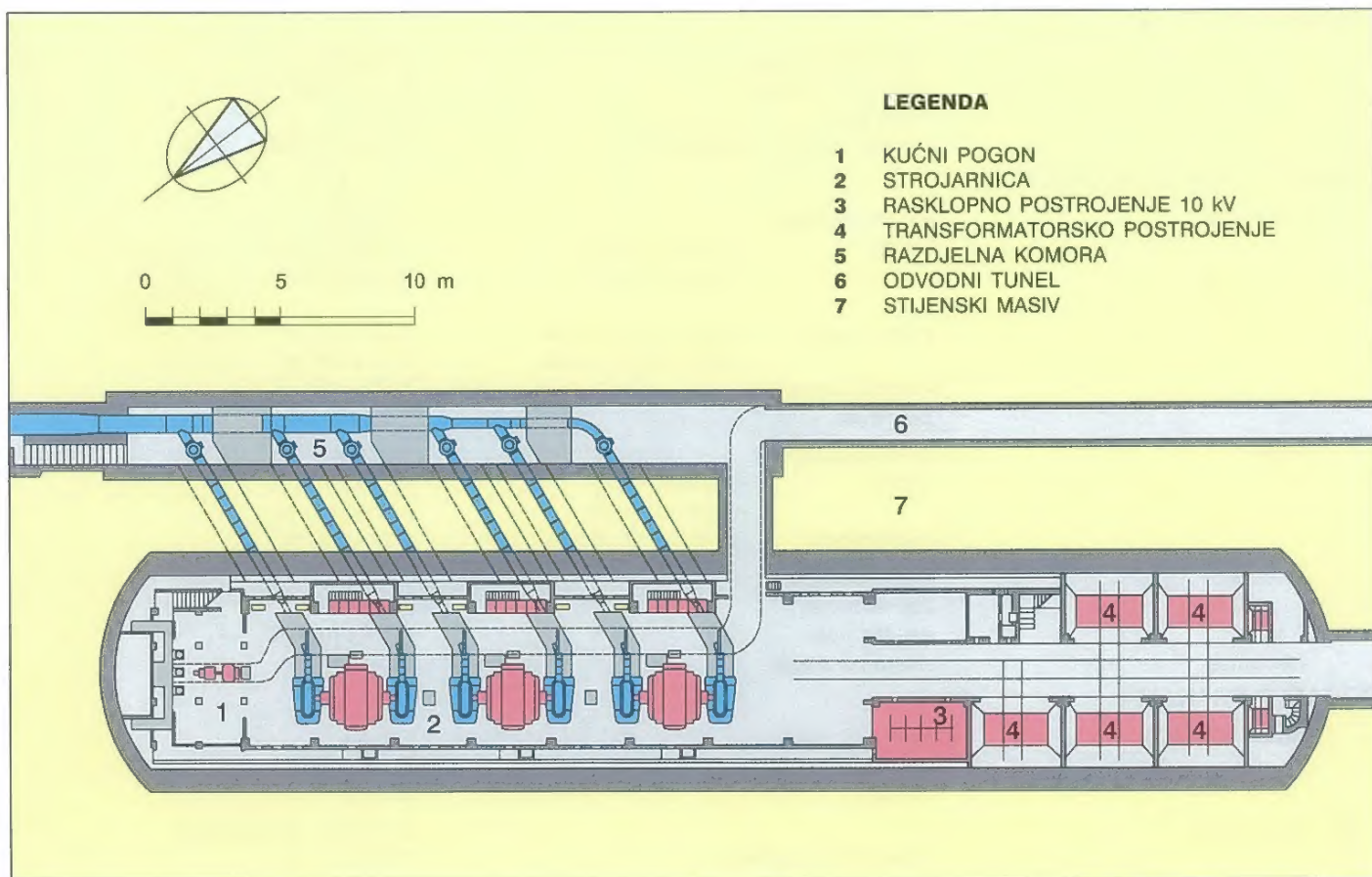
UZDUŽNI PRESJEK POSTROJENJA HE VINODOL



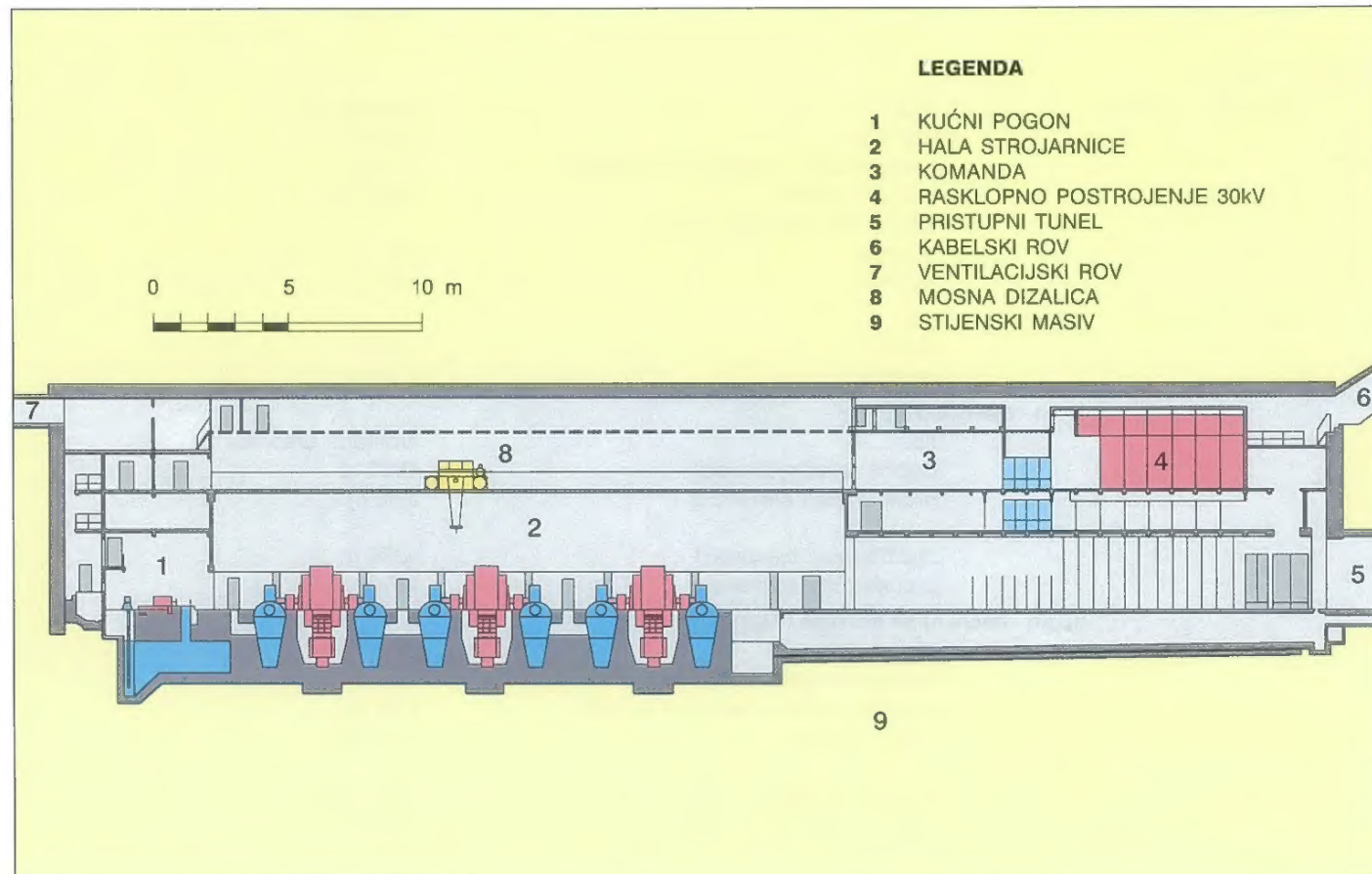
| | |
|---|---|
| 2 | 1 |
| 3 | |
| 4 | 5 |

- 1 ULAZ U STROJARNICU
- 2 UNUTRAŠNJOST STROJARNICE
- 3 KOMANDA
- 4 TURBINA
- 5 RASKLOPNO POSTROJENJE





TLOCRT STROJARNICE



UZDUŽNI PRESJEK STROJARNICE

ENERGETSKI PODACI

| | |
|-------------------------------------|---------------------------|
| <i>instalirani protok</i> | 17,4 m ³ /s |
| <i>instalirana snaga</i> | P = 84 MW |
| <i>bruto pad</i> | 658,5 m |
| <i>srednja godišnja proizvodnja</i> | 148 x 10 ⁶ kWh |

PODACI O AKUMULACIJAMA

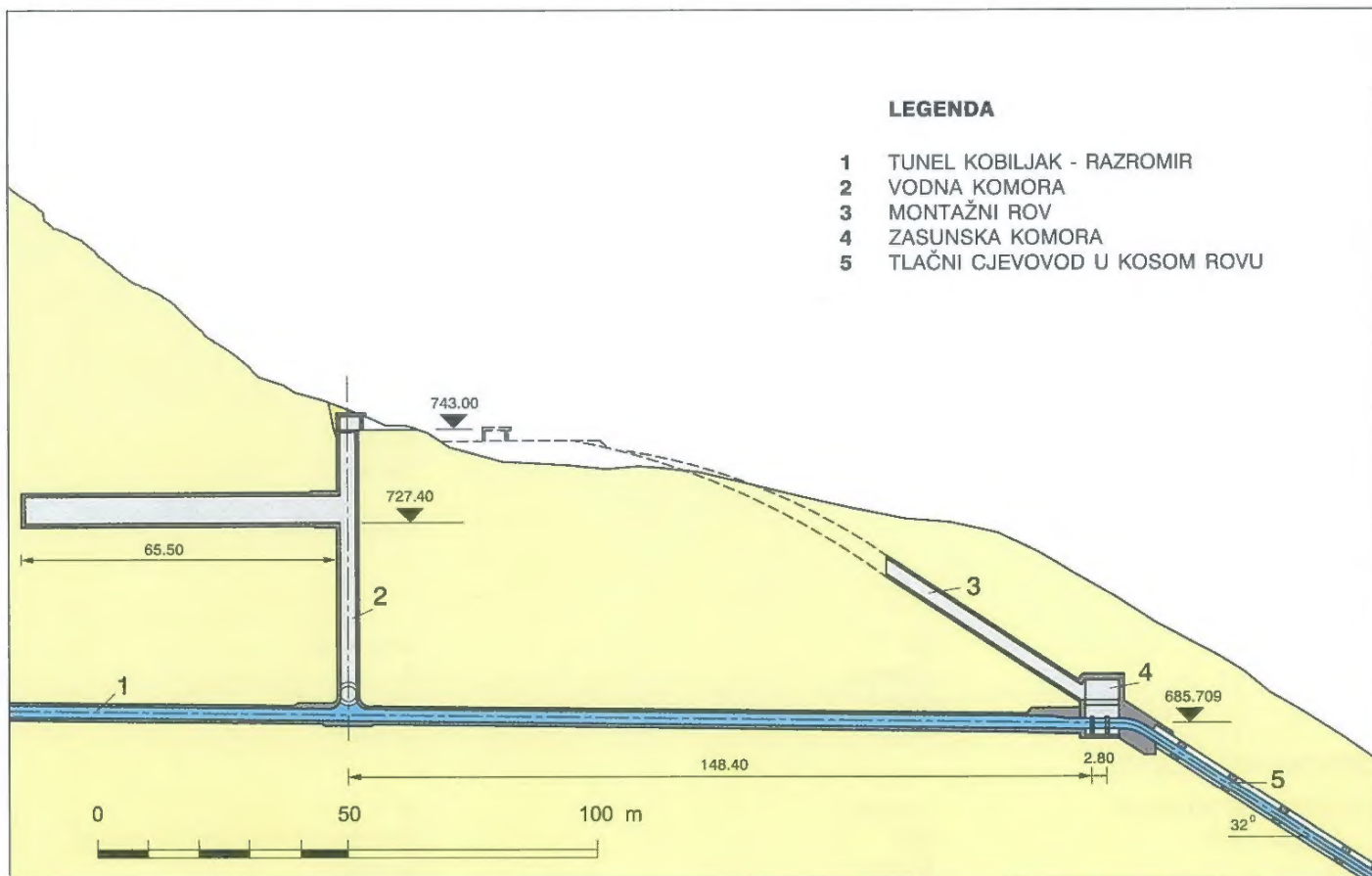
| | | |
|----------|---|--|
| Lokvarka | <i>slivno područje</i> | 24,4 km ² |
| | <i>uspor</i> | - najveći radni 772,00 m n.m. - najmanji radni 735,50 m n.m. |
| | <i>zapremnina</i> | - kod 772,00 m n.m. 35,3 x 10 ⁶ m ³ - kod 770,00 m n.m. 31,1 x 10 ⁶ m ³ |
| | <i>korisna zapremnina kod 770,00 m n.m.</i> | 30,7 x 10 ⁶ m ³ |
| | <i>površina</i> | 2,1 x 10 ⁶ m ² |
| Bajer | <i>slivno područje</i> | 23,2 km ² |
| | <i>uspor</i> | - najveći radni 717,00 m n.m. - najmanji radni 713,00 m n.m. |
| | <i>zapremnina</i> | - kod 717,00 m n.m. 1,50 x 10 ⁶ m ³ |
| Potkoš | <i>slivno područje</i> | 6,7 km ² |
| | <i>zapremnina</i> | 0,33 x 10 ⁶ m ³ |
| | <i>najviša kota</i> | 711,72 m n.m. |
| Lepenica | <i>slivno područje</i> | 14,4 km ² |

PODACI O BRANAMA

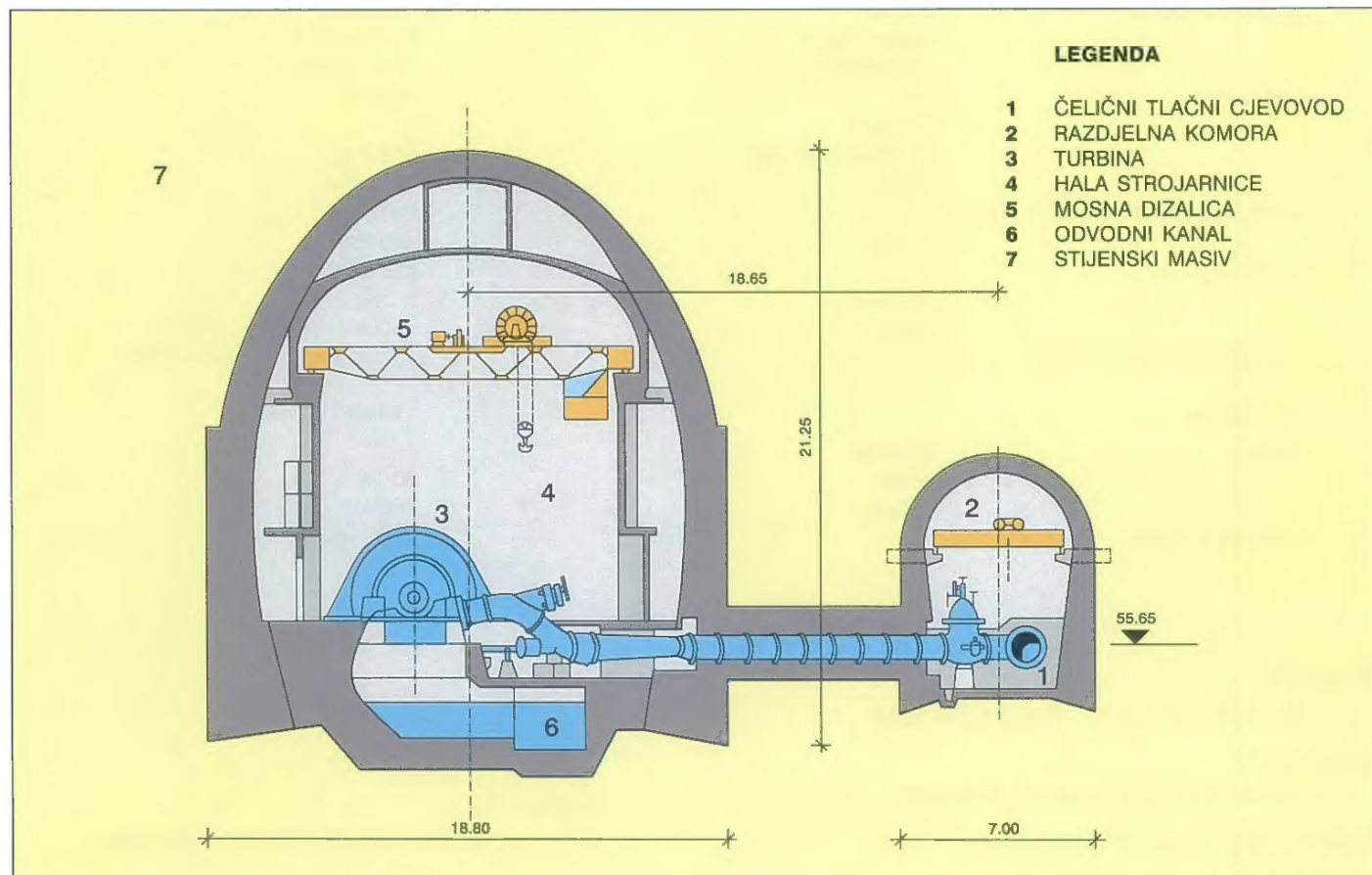
| | | |
|----------------|------------------------------------|-------------------------|
| brana Lokvarka | <i>tip</i> | nasuta |
| | <i>zapremnina</i> | 670000 m ³ |
| | <i>visina</i> | 48 m |
| brana Bajer | <i>tip</i> | betonska, gravitacijska |
| | <i>zapremnina betona</i> | 7000 m ³ |
| | <i>dužina pregrade u kruni</i> | 105,5 m |
| | <i>najveća visina iznad terena</i> | 10,6 m |
| brana Potkoš | <i>tip</i> | nasuta |

TLAČNI TUNELI

| | | |
|----------------------------------|---|------------------------|
| Lokvarka - Ličanka | <i>dužina</i> | 3456,5 m |
| | <i>promjer</i> | 2,4 m |
| | <i>promjer od v. komore do z. komore</i> | 2,2 m |
| | <i>najveći protok</i> | 10 m ³ /s |
| | <i>čelični dio tlačnog tunela</i> | |
| | <i>promjer</i> | 1,8 m |
| | <i>duljina</i> | 44 m |
| Bajer - Tribalj | <i>I dio - tlačni tunel</i> | |
| | <i>dužina</i> | 199 m |
| | <i>promjer</i> | 2,80 m |
| | <i>II dio - cjevovod Lič</i> | |
| | <i>tip</i> | armirano betonski |
| | <i>dužina (stari cjevovod)</i> | 4920 m |
| | <i>promjer(stari cjevovod)</i> | 2,80 m |
| | <i>dužina (novi cjevovod)</i> | 4882 m |
| | <i>promjer(novi cjevovod)</i> | 3,2 m |
| | <i>III dio - tlačni tunel Kobiljak - Razromir</i> | |
| | <i>dužina</i> | 4162 m |
| | <i>promjer do vodne komore</i> | 2,65 m |
| | <i>promjer, vodna - zasunska komora</i> | 2,40 m |
| | <i>najveći protok</i> | 17,4 m ³ /s |
| odvodni tunel s odvodnim kanalom | | |
| | <i>dužina odvodnog tunela</i> | 449,10 m |
| | <i>dužina odvodnog kanala</i> | 600 m |



UZDUŽNI PRESJEK VODNE I ZASUNSKE KOMORE



POPREČNI PRESJEK STROJARNICE

ČELIČNI TLAČNI CJEVOVOD

| | |
|-------------------------|---|
| <i>tip</i> | položen u kosi rov potkovastog presjeka |
| <i>dužina cjevovoda</i> | 1189 m |
| <i>promjer</i> | 1,8 - 1,5 m |
| <i>dužina rova</i> | 1200 m |
| <i>nagib</i> | 32° |
| <i>oblik</i> | potkovast 3,3 do 2,9 m |

CP KRIŽ

| | | |
|---------------|-----------------------------|-----------------------|
| crpke | <i>protok</i> | 3,4 m ³ /s |
| | <i>godišnja proizvodnja</i> | 12 GWh |
| | <i>tip</i> | vertikalne |
| | <i>komada</i> | 5 |
| | <i>protok</i> | 750 l/s |
| puštena u rad | <i>visina crpljenja</i> | 24 m |
| | <i>snaga</i> | 200 kW |
| | | 1956. godine |

CP LIČ

| | | |
|-------|---------------|-----------------------------|
| crpke | <i>tip</i> | vertikalne |
| | <i>komada</i> | 3 |
| | <i>protok</i> | 1,0 - 2,7 m ³ /s |
| | <i>snaga</i> | 200 kW |

OPREMA HE VINODOL

PROIZVODNE JEDINICE

| | | |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| generator | <i>komada</i> | 3 |
| | <i>tip</i> | sinkroni na horizontalnoj osovini |
| | <i>snaga</i> | 35 MVA |
| | <i>faktor snage</i> | cos φ = 0,8 |
| generator, kućni | <i>broj okretaja</i> | 500 o/min |
| | <i>snaga</i> | 470 kVA |
| | <i>faktor snage</i> | cos φ = 0,8 |
| | <i>broj okretaja</i> | 1500 o/min |
| turbine | <i>tip</i> | Pelton |
| | <i>komada</i> | 6 |
| | <i>konstruktivni pad</i> | 645,5 m |
| | <i>snaga</i> | 13,8 MW |
| turbina uz kućni generator | <i>tip</i> | Pelton |
| | <i>snaga</i> | 400 kW |
| transformatori | <i>tip</i> | blok |
| | <i>komada</i> | 3 |
| | <i>snaga</i> | 35000 kVA, 10,5/115,5 kV |
| regulacijski transformatori | | 1 kom od 110/35 kV, 20 MVA |
| | | |
| rasklopište | | 110 kV i 35 (30) kV |
| crpka | <i>komada</i> | 1 |
| | <i>protok</i> | 50 l/s |
| | <i>snaga</i> | 160 kW |
| puštena u pogon | | 1952. godine |

PROJEKT

ELEKTROPROJEKT - Zagreb, Hrvatska

GRAĐENJE

HIDROELEKTRA - Zagreb, Hrvatska

PUŠTANJE U POGON 1952. godina

OPREMA

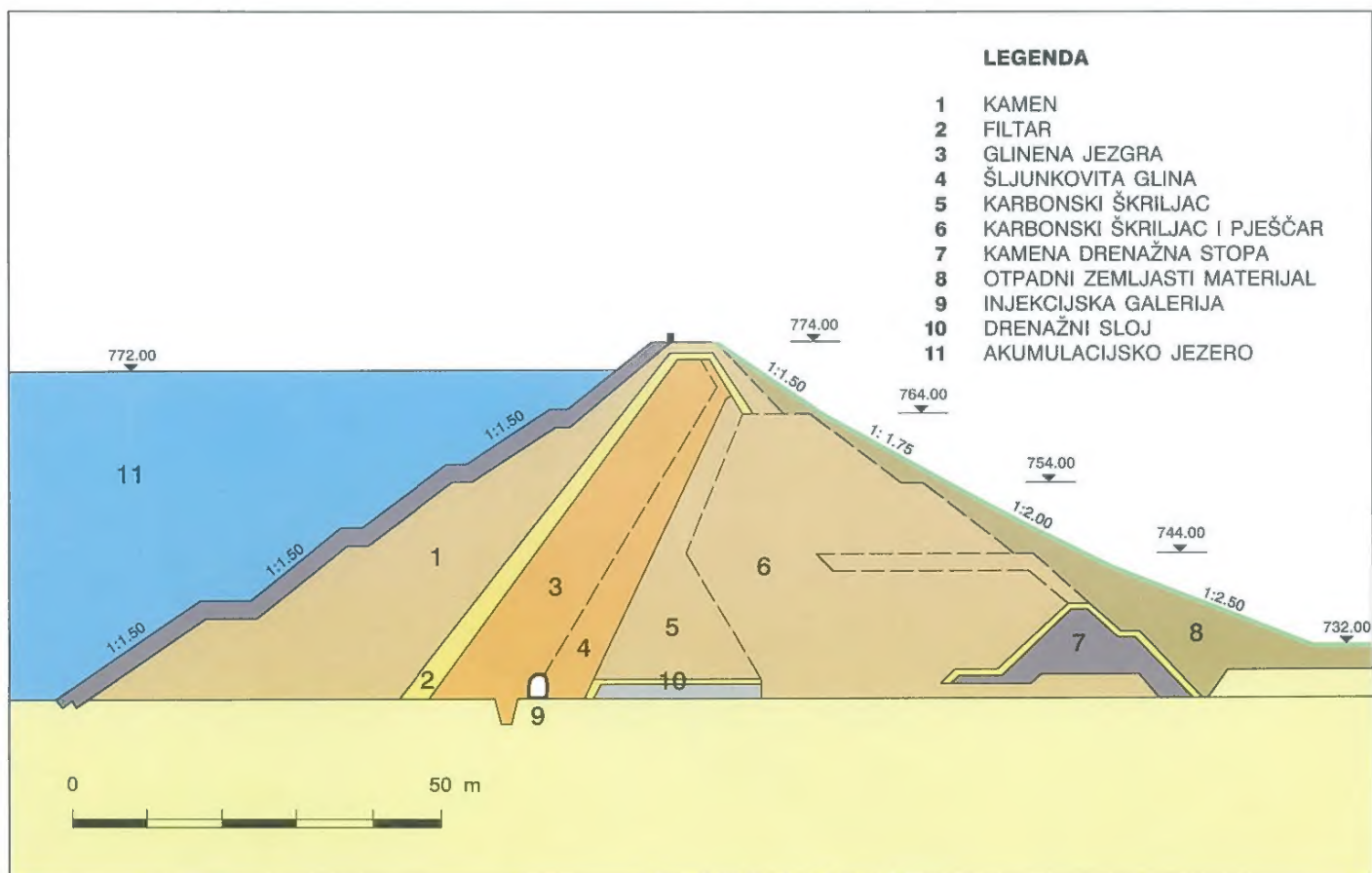
KONČAR - Zagreb

LITOSTROJ - Ljubljana

ANDINO - Ljubljana

TI/ČKD - Češka

BROWN, BOVERI & CIE. - Baden, Švicarska



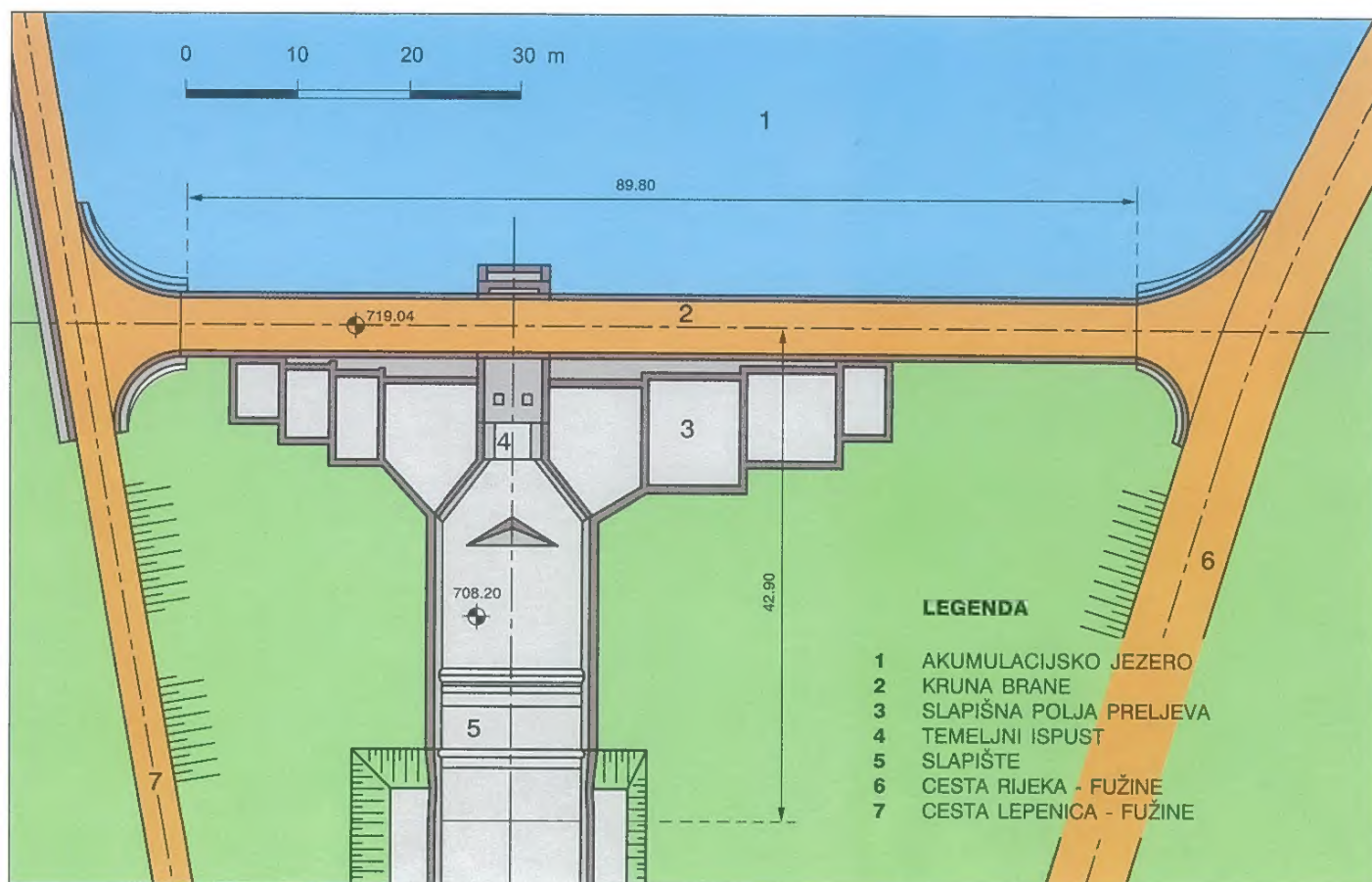
POPREČNI PRESJEK BRANE LOKVARKA



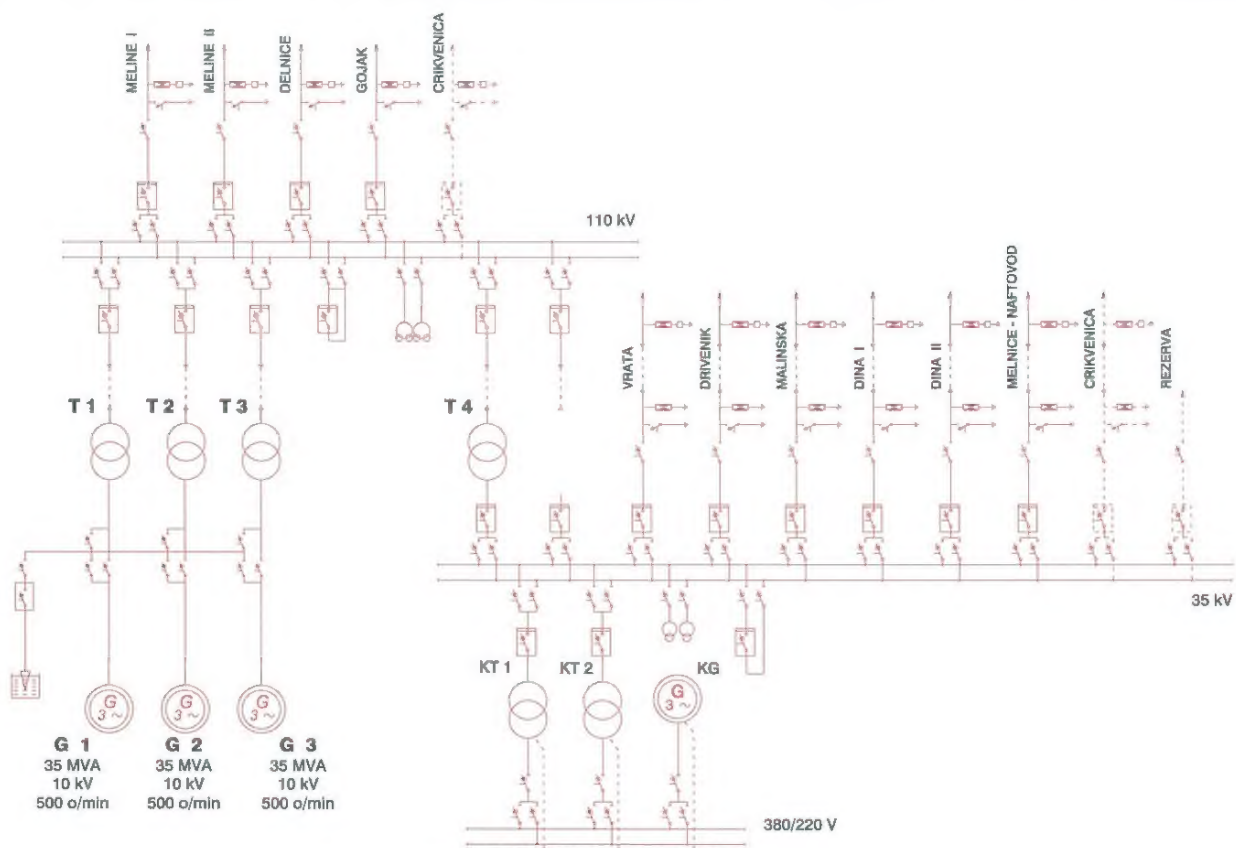
BRANA LOKVARKA



BRANA BAJER



TLOCRT BRANE BAJER



JEDNOPOLNA SHEMA



AKUMULACIJSKO JEZERO POTKOŠ



HEP - PROIZVODNJA d.o.o.

10000 ZAGREB, ULICA GRADA VUKOVARA 37

TELEFON 01/63 22 111

TELEFAKS 01/61 72 016

<http://www.hep.hr>

ČLAN HEP GRUPE



HEP - PROIZVODNJA d.o.o.

Proizvodno područje HE ZAPAD

Pogon HE VINODOL

51243 TRIBALJ, Sušik 15

TELEFON 051/780 222

TELEFAKS 051/780 201

ČLAN HEP GRUPE

